

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-296700

(43)Date of publication of application : 29.10.1999

(51)Int.Cl.

G06T 17/40
A61B 6/03
G01N 23/04
G01N 23/06
G06T 7/00
G06T 1/00

(21)Application number : 10-094873

(71)Applicant : TOSHIBA FA SYST ENG CORP

(22)Date of filing : 07.04.1998

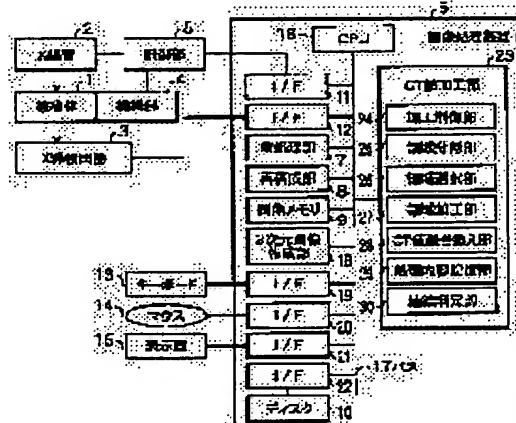
(72)Inventor : FUJII MASAJI
YAMAMOTO TERUO
IWAZAWA JUNICHI
ITOYAMA SHIGEYUKI
NISHIDE AKIHIKO
UYAMA KICHIRO

(54) THREE-DIMENSIONAL IMAGE DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a three-dimensional image display device capable of displaying the internal state of a testee body as a clear translucent image without being affected by a part near the picture element value of the part under consideration.

SOLUTION: Sectional images obtained by scanning the testee body 1 are divided into areas for the respective different picture element values by an area division part 25 and the picture element value is replaced with an optional picture element value in a CT value (volume element value) replacement part 28 for the area selected by an area selection part 26. Thus, the picture element value of the part adversely affecting translucent display is replaced with the picture element value for not affecting the translucent display and the clear translucent image is obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)10月29日

FI

350K

A 6 1 B 6/03

G 0 1 N 23/04

23/06

G O 6 F 15/62

400

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 11 頁) 最終頁に縮く

(71)出願人 000220996

東芝エフエーシステムエンジニアリング株
式会社

東京都府中市晴見町2丁目24番地の1

(72)発明者 藤井 正司

東京都府中市晴見町2丁目24番地の1 東
芝エフエーシステムエンジニアリング株式
会社内

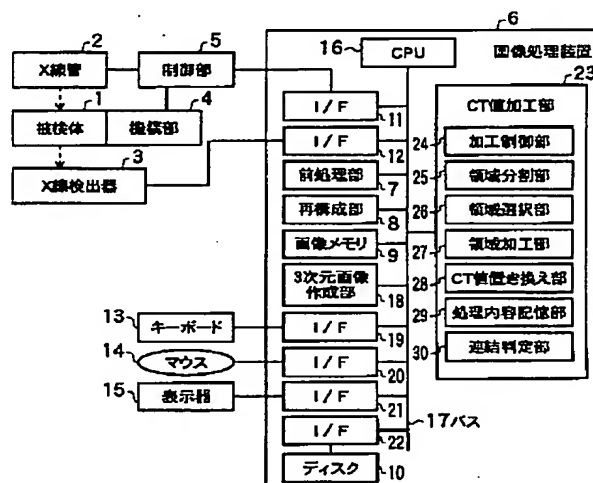
(72) 発明者 山本 輝夫

東京都府中市晴見町2丁目24番地の1 東
芝エフエーシステムエンジニアリング株式
会社内

(74)代理人 弁理士 三好 秀和 (外3名)

最終頁に続く

【解決手段】 被検体 1 を走査して得た断面画像を領域分割部 25 により異なる画素値毎の領域に分割し、領域選択部 26 により選択された前記領域に対して画素値を C T 値置き換え部 28 で任意の画素値に置き換える。これにより、半透明表示に悪影響を与えていた部位の画素値を半透明表示に影響を与えない画素値に置き換えることができ、明瞭な半透明画像が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検体に対して互いに平行な複数の断面についてそれぞれ得られた断面画像を用い、断面画像を画素値（画素の濃度情報）に応じて領域分割し各領域毎に透明度を設定して、被検体を任意の視点からみた透視立体画像を表示する装置において、領域分割された領域のうち選択された選択領域については、画素値を本来の値から他の領域の画素値とは異なる値に変更する画素値変更手段を有することを特徴とする3次元画像表示装置。

【請求項2】 被検体に対して互いに平行な複数の断面についてそれぞれ得られた断面画像を用いて、被検体を任意の視点からみた透視立体画像を表示する装置において、いずれかの断面画像について当該断面画像を構成する少なくとも1つの画素の選択により、この画素に対して同一断面画像上および他の断面画像との間で隣接し且つ所定差以内の画素値を有する画素で構成される領域を選択領域とする選択領域検索手段と、この選択領域について画素値を本来の値から他の領域の画素値とは異なる値に変更する画素値変更手段とを有することを特徴とする3次元画像表示装置。

【請求項3】 断面画像には被検体の周囲の画像を含むことを特徴とする請求項1または2記載の3次元画像表示装置。

【請求項4】 前記画素値変更手段は、画素値の変更を面積の大きさに基づいて選択された選択領域について行うことを特徴とする請求項1記載の3次元画像表示装置。

【請求項5】 前記画素値変更手段は、選択領域について、当該選択領域を構成する各画素に対する膨張および/または縮小の処理を行った上で画素値の変更を行うことを特徴とする請求項1または2記載の3次元画像表示装置。

【請求項6】 前記画素値変更手段は、いずれかの断面画像について選択領域が選択されたときには、他の断面画像についても当該選択領域と同じ領域に対し画素値の変更を行うことを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の3次元画像表示装置。

【請求項7】 前記画素値変更手段は、いずれかの断面画像について選択領域が選択されたときには、他の断面画像についても連結した領域に対し画素値の変更を行うことを特徴とする請求項1、3、4および5のいずれかに記載の3次元画像表示装置。

【請求項8】 被検体に対して放射線を照射・透過させて互いに平行な複数の断面についてそれぞれ得られた断面画像を用いて、被検体を任意の視点からみた透視立体画像を表示する装置において、放射線の照射・透過時に前記被検体を流体で囲繞する囲繞手段を具備することを特徴とする3次元画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、産業用被検体の内部構造等を非破壊で検査する非破壊検査装置等に利用され、被検体の複数の断面画像から被検体を任意の視点から見た立体画像を表示する3次元画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】医療分野では、画像表示装置においてコンピュータ断層撮影装置（以下、CTと略称する）で被検体を撮影して得た連続した多数の断面画像を被検体の3次元データとして表示することにより（3次元表示）被検体を任意方向から見て、診察を行っている。

【0003】3次元表示に内部状態を表示できる半透明表示という表示法がある。この表示法では、X線吸収係数に関連した3次元データである体積素値（以下、CT値と称する）の区域分けにより被検体を複数部位、例えば空気、脂肪、筋肉、骨等に分割する。表面表示を行う場合、1つの部位に対し透明度0（不透明）を設定し、他の部位に対し透明度100（透明）を設定する。これで透明度0の部位の表面が3次元表示される。半透明表示は各部位の透明度を0～100に設定することで行われる。

【0004】半透明表示は、光源→各体積素→視点間の光線経路に沿った透明度の積分により各体積素の輝度が計算され、視線に沿って各体積素の輝度を積分することで半透明表示の画像が得られる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述した3次元表示を産業用被検体に適用した場合、次の問題が生じる。

【0006】産業用被検体は内部構造に空洞などの空気部を持つことが多く、この空洞の形状に着目して3次元表示したい場合がある。この時、空洞に低い透明度を設定したいが、そうすると被検体外部の空気部が透明でなくなってしまう画面を被覆してしまう。

【0007】また、被検体内部の微細な欠陥を表示したい場合が多い。この場合、CT値の範囲を設定して欠陥を部位分けするが、この時被検体の外表面の空気と接する部分に欠陥に近いCT値の体積素が生じ、欠陥と同一部位に区分けされてしまうことがある。これは、被検体の外縁部に分解能限界から生ずるボケが必ずあるためである。微細な欠陥を表示するため欠陥には0に近い透明度を設定したいが、そうすると上記の体積素が欠陥を被覆してしまい、欠陥が判別できなくなる。

【0008】すなわち、産業用被検体の場合、3次元表示において被検体の外表面あるいは内表面あるいは周囲の空気が画像を劣化させるという問題がある。これは一般的にいえば、注目する部位に近いCT値の部位が邪魔をして注目する部位が判別しにくくなるという問題である。

50 【0009】本発明は、上記に鑑みてなされたもので、

その目的とするところは、注目部位の画素値に近い部位の影響を受けずに被検体の内部状態を明瞭な半透明画像として表示し得る 3 次元画像表示装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項 1 記載の本発明は、被検体に対して互いに平行な複数の断面についてそれぞれ得られた断面画像を用い、断面画像を画素値（画素の濃度情報）に応じて領域分割し各領域毎に透明度を設定して、被検体を任意の視点からみた透視立体画像を表示する装置において、領域分割された領域のうち選択された選択領域については、画素値を本来の値から他の領域の画素値とは異なる値に変更する画素値変更手段を有することを要旨とする。

【0011】請求項 1 記載の本発明にあつては、選択領域の画素値を本来の値から他の領域の画素値とは異なる値に変更するため、この変更された選択領域の画素値に対して例えば透明度 100 を設定することにより 3 次元表示において注目する部位の邪魔になる部位を透明にして、被検体の半透明立体画像を明瞭に表示することができる。

【0012】また、請求項 2 記載の本発明は、被検体に対して互いに平行な複数の断面についてそれぞれ得られた断面画像を用いて、被検体を任意の視点からみた透視立体画像を表示する装置において、いずれかの断面画像について当該断面画像を構成する少なくとも 1 つの画素の選択により、この画素に対して同一断面画像上および他の断面画像との間で隣接し且つ所定差以内の画素値を有する画素で構成される領域を選択領域とする選択領域検索手段と、この選択領域について画素値を本来の値から他の領域の画素値とは異なる値に変更する画素値変更手段とを有することを要旨とする。

【0013】請求項 2 記載の本発明にあつては、選択した画素に対して所定の画素値差以内で連結する領域を選択領域とし、この選択領域の画素値を本来の値から他の領域の画素値とは異なる値に変更するため、この選択領域の画素値に対して任意の透明度を設定することにより、所望の部分のみを明瞭に表示した半透明立体画像を明瞭に表示することができる。

【0014】更に、請求項 3 記載の本発明は、請求項 1 または 2 記載の発明において、断面画像には被検体の周囲の画像を含むことを要旨とする。

【0015】請求項 3 記載の本発明にあつては、被検体の周囲の画像も断面画像として含むため、操作者は画像上の領域をポイント等で選択する必要がない。

【0016】請求項 4 記載の本発明は、請求項 1 記載の発明において、前記画素値変更手段が、画素値の変更を面積の大きさに基づいて選択された選択領域について行うことを要旨とする。

【0017】請求項 4 記載の本発明にあつては、面積の

大きさに基づいて選択領域を選択し、この選択領域に対して画素値の変更を行うため、ポイント等で選択領域を指定する代わりに面積の大きさにより選択領域を指定できる。

【0018】また、請求項 5 記載の本発明は、請求項 1 または 2 記載の発明において、前記画素値変更手段が、選択領域について、当該選択領域を構成する各画素に対する膨張および／または縮小の処理を行った上で画素値の変更を行うことを要旨とする。

10 【0019】請求項 5 記載の本発明にあつては、選択領域を構成する各画素に対する膨張および／または縮小の処理を行った上で画素値の変更を行うため、部位の境界部の透明度の設定が可能になるとともに、入り江状の部分の切り離しや微小部分の領域への包含等の処理が可能になる。

20 【0020】更に、請求項 6 記載の本発明は、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の発明において、前記画素値変更手段が、いずれかの断面画像について選択領域が選択されたときには、他の断面画像についても当該選択領域と同じ領域に対し画素値の変更を行うことを要旨とする。

【0021】請求項 6 記載の本発明にあつては、いずれかの断面画像について選択領域が選択されたときには、他の断面画像についても当該選択領域と同じ領域に対し画素値の変更を行うため、いずれかの断面画像に対して行われた領域選択および画素値変更を他の断面画像にも同様に行うことができる。

30 【0022】請求項 7 記載の本発明は、請求項 1, 3, 4 および 5 のいずれかに記載の発明において、前記画素値変更手段が、いずれかの断面画像について選択領域が選択されたときには、他の断面画像についても連結した領域に対し画素値の変更を行うことを要旨とする。

【0023】請求項 7 記載の本発明にあつては、いずれかの断面画像について選択領域が選択されたときには、他の断面画像についても連結した領域に対し画素値の変更を行うため、いずれかの断面画像に対して行われた領域選択および画素値変更を該断面画像に連結した他の断面画像にも同様に行うことができる。

40 【0024】また、請求項 8 記載の本発明は、被検体に対して放射線を照射・透過させて互いに平行な複数の断面についてそれぞれ得られた断面画像を用いて、被検体を任意の視点からみた透視立体画像を表示する装置において、放射線の照射・透過時に前記被検体を流体で囲繞する囲繞手段を具備することを要旨とする。

【0025】請求項 8 記載の本発明にあつては、放射線の照射・透過時に被検体を流体で囲繞するため、該流体の画素値に例えば透明度 100 を設定することにより 3 次元表示において注目する部位の邪魔になる周囲を透明にすることができる。

50 【0026】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施の形態について説明する。図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係わる 3 次元画像表示装置を適用した CT の構成を示すブロック図である。本実施の形態の CT は、従来の CT に本発明の 3 次元画像表示装置を組み込んだものである。

【0027】被検体 1 にファン状の X 線を放射する X 線管 2、被検体 1 を透過した X 線を検出する X 線検出器 3、被検体 1 を上記のファンに沿って動かす機構部 4、X 線管 2 の管電圧と管電流の制御および機構部 4 の制

10 御を行う制御部 5 からなる被検体 1 の透過データを得る部分は、従来の CT における構成と同様である。

【0028】画像処理装置 6 は X 線検出器 3 と接続され、その出力を透過データとして受け取り、内部の前処理部 7 と再構成部 8 で透過データを処理して被検体 1 の断面画像を作成し、内部の画像メモリ 9 やディスク 10 に記憶する。前処理部 7、再構成部 8、画像メモリ 9、およびディスク 10 は従来の CT における構成と同様である。

【0029】図 1 において、3 次元画像表示装置としての構成は、画像処理装置 6 から I/F 11、12、前処理部 7、再構成部 8 を除いた部分とキーボード 13、マウス 14 および表示器 15 である。CPU 16 はプログラムメモリから読み出したプログラムに従って演算処理、すなわちバス 17 を介してデータの読み込み、演算、書き込みを行う。バス 17 にはメモリが接続されているがメモリには画像を記憶する画像メモリ 9 のほか各種プログラムの格納や、データの一時記憶を行うメモリがある。図ではこのメモリをソフトウェアプログラムの機能ブロックとして記載してある。

【0030】機能ブロックとして、3 次元画像作成部 18 は、再構成部 8 で作成された多数の断面画像よりなる 3 次元データから 3 次元画像を作る部分であり、従来と同様のものである。機能ブロックの CT 値加工部 23 は 3 次元データに対し CT 値の加工を行う部分である。ソフトウェアプログラムとしては他にオペレーティングシステム等の基本ソフトウェアを持つが図では省略されている。

【0031】キーボード 13、マウス 14 は操作者が条件設定等の入力を行う部分であり、表示器 15 は条件設定メニューや結果画像の表示を行う部分であり、これらはそれぞれ I/F 19、20、21 を介してバス 17、更に CPU 16 に接続されている。CT 値加工部 23 は加工制御部 24、領域分割部 25、領域選択部 26、領域加工部 27、CT 値置き換え部 28、処理内容記憶部 29、連結判定部 30 よりなる。

【0032】次に、以上のように構成した本実施の形態による 3 次元画像表示装置の動作を説明する。

【0033】図 2 は CT 値加工処理のメニュー画面である。加工制御部 24 はこのメニュー画面を表示し、条件

入力を受け付ける機能を有する。図 2 において、操作者は、まず設定断面選択①で条件設定を行う断面を選択する。初期画面ではカーソルは No. 欄にあるのでキーボード 13 で断面番号を入力する（入力番号の確定にはエンターキーを使用）。加工制御部 24 は選択された断面画像をメモリから読み取り画面に表示する。

【0034】次に、カーソルは領域分割②に動いているので操作者は CT 値の上限と下限を入力する。ここで入力前にプロフィール表示を行っておくと入力値の目安となる。この場合マウスを使って矢印ポインタ 33 を断面画像まで動かし、プロフィールを見たい位置に直線 ROI (Region of Interest) 38 を引くと、この線上の CT 値のプロフィール 40 が表示される。CT 値の上限と下限が入力されると、領域分割部 25 はこの範囲に入る領域を領域分けし、連続領域毎に番号付けを行う。この範囲以外の領域も連続領域毎に番号付けされる。これは画像処理としては 2 値化による領域分けとラベリングとして知られている機能である。「EXEC」が押され、すなわち矢印ポインタ 33 がマウスで「EXEC」上に動かされクリックされると、上限と下限の間の領域は着色表示される。

【0035】次に、領域選択③で [A]、[B]、[C]、[D] のどれかが選択され、「EXEC」が押されると、領域選択部 26 はそれぞれに対応した領域選択を行う。まず「[A] 全域選択」の場合、着色表示の領域が選択される。「[B] ポイント選択」の場合、操作者は矢印ポインタ 33 をマウスで断面画像上に動かし（+ポインタ 39 に変わる）、クリックすることで領域を選択する。この場合着色表示以外の領域も選択可能で複数領域も選択でき、選択解除も再度クリックすることで領域毎にできる。この選択領域はさらに別の色に変化する。

【0036】「[C] 自動周囲選択」の場合は、自動的に周囲の領域、すなわち領域番号 1 の領域を選択する（左上の画素を含む領域はラベリングで 1 番に割り当てられる）。この選択領域も別の色に変化して表示される。「[D] 面積選択」の場合、着色表示の領域の内、入力された上限、下限の範囲内の面積の領域が選択領域となる。これはラベリングで CT 値の上限と下限内の領域を連続領域毎に番号付けし、番号を各画素に割り当てた番号画像を作り、画像処理で使われるヒストグラム機能を用いることで各番号の画素数、すなわち面積を求めることで選択される。この選択領域も別の色に変化して表示される。

【0037】次に、領域加工④で領域加工の膨張、収縮画素数が入力され、「EXEC」が押されると領域加工部 27 は領域選択③で選択された領域に対し順番どおりに領域の膨張、収縮処理を行い表示を変える。1 画素膨張の場合、領域に含まれるすべての画素の周辺 8 画素をその領域に取り込む処理を行う（この他、上下左右の 4

画素を取り込む処理もある)。複数画素膨張の場合、1画素膨張を繰り返す。

【0038】1画素収縮の場合、領域に含まれるすべての画素に対しその画素の周囲8画素に領域外の画素があった場合その画素を領域から外す処理を行う(膨張同様4画素判定もある)。複数画素収縮の場合、1画素収縮を繰り返す。操作者は「EXEC」を押した後、領域の変化を目視確認し、やり直す場合は↑キーでカーソルを戻し、再度膨張、収縮画素数を入力し「EXEC」を押す。

【0039】次に、CT値指定⑤でCT値を指定し「EXEC」が押されると、CT値置き換え部28は領域選択③で選択、領域加工④で加工された領域のCT値を指定された値に置き換えた新たな画像を作り、この画像が表示される。原画像はそのまま保存され原画像に戻すこともできる。操作者は「EXEC」を押す前にカーソルを戻して自由に領域選択、加工のやり直しが可能である。

【0040】次に、⑥(終了?)で操作者はこの断面画像に対しCT値加工を更に続ける場合カーソルを「次の指定」に動かしエンターするか矢印ポインタでクリックする。カーソルは領域分割②に戻り次の設定に移る。同様に「原画像に戻す」を指定した場合、CT値の指定はすべてキャンセルされる。「この断面終了」を指定すると、この断面のCT値加工処理が終了する。この時点で処理内容記憶部29は以上の処理手順に沿った各処理パラメータを記憶する。

【0041】次に、他断面の処理⑦を選択する。

「[A] 同一処理」が選択され「EXEC」が押されると、加工制御部24は他の全断面に対して、処理内容記憶部29が記憶した同一のCT値加工処理を行い加工された3次元データを作る。ポイント選択を使った場合、全断面とも同一ポイントで選択がなされるので操作者は注意が必要である。

【0042】「[B] 領域連結」が選択された場合、全断面に対して、領域選択の処理以外は、処理内容記憶部29に記憶した同一のCT値加工処理を行い、領域選択の処理については連結判定部30が行う。まず全断面について同一の領域分割を行い、隣接した断面間で重なりがある領域は互いに連結していると判定し同一の領域番号を割り当てる。CT値加工を行った断面で、選択された領域と連結した領域について、すべて同一の領域加工と同一のCT値指定を行い、加工された3次元データを作る。「[C] 次の設定断面へ」の場合、断面ごとにCT値加工処理を行う。

【0043】3次元画像作成部18が表示する3次元表示メニュー画面を図3に示す。同図において、部位分割①で名称、CT値範囲、透明度を設定し、各部位に透明度を割り当てる。未設定のCT値の部分は透明度100と見なされる。②で光源の位置と明るさを設定する。光

源は左上、右上、左下、右下の4つあり、それぞれ視線方向の位置zが設定できる。他に被検体の設定方位が設定できるが図では省略されている。特定部位に任意の透明度を設定したいとき、特定部位に他の部位には無いCT値を指定しておき、そのCT値に任意の透明度を割り当てればよい。

【0044】次にCT値加工処理および3次元表示の設定をいろいろ変えた場合の作用を説明する。

【0045】第一の作用例を図2、図3、図4を参照して説明する。図2は空洞36に着目した場合の例である。被検体1はアルミ鋳物で内部に空洞36およびスである欠陥37aがある。まずCT値範囲2000~3500でアルミ34の領域を着色領域とする。次に「[B] ポイント選択」を選んで+ポインタ39で空洞36を選択領域とする。領域加工はすべて0を入力し、CT値指定は他の部分に現れない数値、-2000に設定する。この断面を終了し、他断面の処理は「[B] 領域連結」を選ぶ。「EXEC」を押すと、処理内容記憶部29によりすべての断面に同一の領域分割が行われ、連結判定により空洞36に連結したすべての領域のCT値が-2000に置き換えられた3次元データが作られる。

【0046】次に、図3で3次元表示の設定を行う。アルミ34の透明度を80、空洞36の透明度を10、空気を100に設定して「EXEC」を押すと、図4の3次元表示が得られる。空洞36の透明度を下げているので空洞の形がよくわかる表示となる。領域連結機能を用いたので空洞36の連結した部分がすべて自動的に同じ透明度に設定される。また連結していない空洞41は空気と同じに透明度100になり目立たなくなる。なお、図4において、35は周囲の空気である。

【0047】次に、第二の作用例を図2、図3、図5を参照して説明する。これはすべての空洞に着目した場合の例である。まず図2の画面で今度は、

領域分割	2000 ~ 3500
領域選択	[C] 自動周囲選択
領域加工	0, 0, 0
CT値指定	-2000
他断面の処理	[A] 同一処理

と設定する。CT値範囲2000~3500でアルミ34の領域を着色領域とする。次に、「[C] 自動周囲選択」を選んで周囲を選択領域とする。領域加工はすべて0を入力し、CT値指定は他の部分に現れない数値、-2000を設定する。この断面を終了し、他断面の処理は「[A] 同一処理」を選ぶ。「EXEC」を押すと、処理内容記憶部29によりすべての断面の周囲の領域のCT値が-2000に置き換えられた3次元データが作られる。

【0048】次に、図3の画面で3次元表示の設定を行うがここでは、

空洞 -1200 ~ -500 10
アルミ 2000 ~ 3500 80

と設定する。「EXEC」を押すと、図5の3次元表示が得られる。周囲の空気35はCT値-2000で透明度は未指定部として100が割り当てられ透明になる。ここではすべての空洞36、41の透明度を下げているので、すべての空洞の形がよくわかる表示となる。

【0049】第三の作用例を図2、図3、図6を参照して説明する。これは欠陥37aに着目した場合の例である。まず図2の画面で今度は、

領域分割 -2000 ~ -500
領域選択 [A] 全域選択
領域加工 5, 0, 0
CT値指定 -2000
他断面の処理 [A] 同一処理

と設定する。CT値範囲-1200~-500で周囲の空気35および空洞36の領域を着色領域とする。次に「[A] 全域選択」を選んで空気部を選択領域とする。領域加工は膨張5を入力し、CT値指定は他の部分に現れない数値、-2000を設定する。この断面を終了し、他の断面の処理は「[A] 同一処理」を選ぶ。「EXEC」を押すと空気部およびその周囲約5画素の領域のCT値が-2000に置き換えられた3次元データが作られる。

【0050】次に、図3の画面で3次元表示の設定を行うがここでは、

欠陥 -500 ~ 1000 0
アルミ 2000 ~ 3500 80

と設定する。この場合欠陥はアルミのすで空洞であるが、小さいのでCT値は空気まで下がらずアルミと空気の間になるのでそのようにCT値範囲を設定する。欠陥は見やすくするために小さな透明度に設定する。「EXEC」を押すと、図6の3次元表示が得られる。空気部35、36、41はCT値-2000で透明度は未指定部として100が割り当てられ透明になる。この空気部とアルミ34との境界の、CT値移行部分もまた透明になる。境界に欠陥と粉れやすい部分が出なくなるので欠陥37aの3次元配置がよくわかる表示となる。しかしながら、ここで大きな欠陥37bがあるとCT値が空気まで下がってしまい空洞と見なされ、透明に表示される。

【0051】第四の作用例を図2、図3、図6を参照して説明する。これは第三の作用例で大きな欠陥を空洞から区別する例である。図2の画面の領域機選択で代わり

領域選択 [D] 面積選択 上限
下限 100

と設定する。上限を無制限として下限に欠陥と空洞を識別する面積を入力して欠陥37bを空気部から除外する。図3の画面で代わりに

欠陥 -1200 ~ 1000 0
アルミ 2000 ~ 3500 80

と設定する。これで図6で小さな欠陥37aから大きな欠陥37bまで透明度0で見やすく表示される。

【0052】第五の作用例を図7を参照して説明する。これは他の被検体45の場合で、領域加工の他の例で、入り江状部分を切り離す例である。CT値加工で

領域分割 2000 ~ 3500
領域選択 [A] 全域選択

と設定すると図7(a)に示すようにアルミ46の部分が選択領域49aとなる。ここで入り江状の空洞47aは周囲の空気48と繋がっているため周囲の空気48と見なされる。このような入り江状の空洞を独立した空洞として周囲から分けて表示したい場合、次のように領域加工を行う。膨張、収縮数を適当に設定することで膨張後入り江の開口部は塞がった状態になり、次の収縮でもとに近い領域形状に戻し、なおかつ開口部を塞ぐことが可能である。ここで膨張、収縮数は開口の大きさ程度(5とする)に設定する。

【0053】領域加工 5, 5, 0

この加工で選択領域49bは入り江が切り離され、図7(b)のようになる。次に、

CT値指定 3000

と設定することで選択領域をアルミのCT値に置き換える。次に再度領域分割に戻り

領域分割 2000 ~ 3500

と設定すると図7(b)のように領域が分割される。ここで、

領域選択 [B] ポイント指定

とし、空洞47bをポイントで選択する。次に、

CT値設定 -2000

とし、この断面を終了し、

他断面の処理 [B] 領域連結

とし、「EXEC」を押す。これですべての断面に対し、入り江状の空洞の切り離しが行われ、空洞47bと連結された部分がすべてCT値-2000になる。これで入り江状の部分を切り離して任意のCT値を設定し、任意の透明度を設定して3次元表示することができる。

【0054】第六の作用例を図8を参照して説明する。これは他の被検体50の場合で、領域加工の他の例であって、微小部分(例えば欠陥54)を埋める例である。

CT値加工で

領域分割 2000 ~ 3500

領域選択 [A] 全域選択

と設定すると、図8(a)に示すようにアルミ51部分が選択領域55aとなる。アルミ51の中には空気部である欠陥54および空洞52があるが、これは選択領域55aには含まれない。欠陥54の幅(短径)が8画素より小さい場合、次に

領域加工 0, 8, 8

とし、8画素収縮、8画素膨張を行う。これで図8

(b)に示すように欠陥54部分が埋められ、それ以外はほぼ元の選択領域の形に戻る。これで微小部分を埋めたCT値設定が可能となる。

【0055】以下、本実施の形態に係る3次元画像表示装置の効果について説明する。

【0056】第一の作用例によれば、CT値による領域分割とポイントによる領域選択と、CT値置き換えにより被検体の特定部分の透明度を任意に設定でき、他の部分に邪魔されずによく判別できる3次元表示が可能となる。また、1枚の断面像で設定するだけで、他の断面は処理内容記憶と連結判定で自動的に特定部分が選択され、同一の透明度になるので操作が簡単で確実となる。

【0057】第二の作用例によれば、CT値による領域分割と自動周囲選択による領域選択とCT値置き換えにより被検体の周囲部分のみ選択し、透明度を100に設定でき、周囲部分が他の部分の邪魔をしない3次元表示が可能となる。また、1枚の断面像で設定するだけで他の断面は処理内容記憶により自動的に同一処理されるので操作が簡単で確実となる。

【0058】第三の作用例によれば、CT値による領域分割と全域選択による領域選択とにより特定部(空気部)を選択し領域加工により膨張させ、CT値指定により空気部とその周囲部分の透明度を100に設定することで、空気部と被検体の境界部に邪魔されずに特定部(欠陥部)がよく判別できる3次元表示が可能となる。また、1枚の断面像で設定するだけで、他の断面は処理内容記憶により自動的に同一処理されるので操作が簡単で確実となる。

【0059】第四の作用例によれば、第三の作用例において代わりに面積選択による領域選択を行い、大きな欠陥が空気部に選択されないようにしたので、大きな欠陥もよく判別できる3次元表示が可能となる。

【0060】第五の作用例によれば、膨張、収縮による領域加工により入り江状の部分の切り離すので、入り江状部分のみを選択でき、CT値指定により任意の透明度を設定でき、他の部分に邪魔されずによく判別できる3次元表示が可能となる。

【0061】第六の作用例によれば、収縮、膨張による領域加工により特定領域の内部にできる微小部分(欠陥部)を埋めることができ、これで微小部分を省略した3次元表示が可能となる。

【0062】第1の実施の形態はCT値置き換え部28で選択領域にCT値の置き換えをしたが、CT値は単なる断面画像の画素値のことである。CT値置き換えは直接透明度の指定であってもよい。また断面画像を透明度を表す断面像に変換してから本実施の形態によるCT値加工を行ってもよい。

【0063】領域分割は2つのCT値で領域分割したがこれに限られるものでなく1つでも3つでも同様に行う

ことができる。また、CT値で分割するのでなく、CT値の微分を行って境界を強調した後、閾値を用いて領域分割することもできる。

【0064】領域選択は他に円形ROIや長方形ROIでこの中に包含される領域を選択することもできる。

【0065】第1の実施の形態は他断面の処理については全断面を一括して処理するか、1断面ごとに設定するかどちらかである。これはその中間的な方法として断面像をグループ分けしてグループごとにその中の1断面について設定を行い、[A] 同一処理か、[B] 領域連結を選ぶようにしてもよい。

【0066】次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。本実施の形態の3次元画像表示装置を適用したCTの構成は図1に示す第1の実施の形態と同様である。

【0067】第1の実施の形態の領域連結は各断面の領域分割された領域の断面間の重なりで連結を判定するものであるが、代わりに設定断面から始めてCT値の差で判定することもできる。すなわち、第2の実施の形態においては、1つの画素(体積素)についてそのXYZ方向に隣接する全6画素(対角もいれて14あるいは26とすることもできる)について、差が予め設定した値より小さい画素がある時、その画素と最初の画素と連結していると判定する。連結した画素について同様の処理を繰り返すことで一連の連結しあった画素群ができ、これを連結領域とする。

【0068】操作例としては、まず図2のメニュー画面を表示させ、

領域分割 ～ (無指定)

領域選択 [B] ポイント選択

とし、空洞36の中の一点を+ポイント39で選択する。次に、

領域加工 0, 0, 0

CT値指定 -2000

他断面の処理 [B] 領域連結

と設定し「EXEC」を押す。これで+ポイント39の点と連結した領域である空洞36がCT値-2000に置き換わる。更に続けて同様に、別の断面を使って別の空洞41も-2000に置き換える。次に、3次元表示の設定を、

空気 -1200 ～ -500 100

アルミ 2000 ～ 3500 80

空洞 -2000 ～ -2001 10

とすると、図5の3次元表示が得られる。周囲の空気35は100が割り当てられ透明になる。ポイント39で選択した空洞36、41は透明度を下けているので形がよくわかる表示となる。

【0069】別の操作例としては+ポイントで2点以上を指定して各点それぞれに連結した複数領域をまとめて選択領域とすることも可能である。また+ポイントの代

わりに円形ROIで選択してもよい。この時は円形ROIの周囲から連結判定が発効する。

【0070】以下、本実施の形態に係る3次元画像表示装置の効果について説明する。

【0071】本実施の形態はCT値の差分(微分)で領域の範囲を決めているので、断面間でシステマチックにCT値に変化があるような場合、より正確に選択領域を決めることができる。例えば、被検体の太い部分の断面像は細い部分より全体的にCT値が低めになるというような変化の時有効である。

【0072】次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。本実施の形態の3次元画像表示装置を適用したCTの構成を図9に示す。本実施の形態は図1に示す第1の実施の形態からCT値加工部23を除き、代わりに被検体を収容する容器60を加えたものである。すなわち、従来のCTに3次元画像作成部18と容器60を加えた構成である。3次元画像作成部18は第1の実施の形態と同じものである。

【0073】容器60の中に被検体1を入れ、隙間に流体、例えば水を満たして、この状態で断面像撮影を行う。被検体1を内部に空洞を持つアルミ铸件とし、断面像の表示倍率を適当に設定すると、周囲の部分が空気を含まずすべて水になるようにでき、周囲と内部の空洞を異なるCT値にすることができる。次に、3次元表示の設定を行うが水はCT値が約0になるので、

空洞	-1200	～	-500	10
水	-500	～	500	100
アルミ	2000	～	3500	80

と設定する。これで図5に示すような3次元画像が得られる。周囲の水は透明になり、空洞36、41は透明度

を下けているので形がよくわかる表示となる。

【0074】流体は水でなくいろいろなもの(Xeガス、アルコール、砂等)を用いてCT値を調整することができる。

【0075】本実施の形態によれば、画像処理的手法を使わずに手軽に容器と流体のみで被検体の周囲のCT値、すなわち透明度の調整ができ、周囲部分が他の部分の邪魔をしない3次元表示が可能となる。

【0076】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載の本発明によれば、選択領域の画素値を本来の値から他の領域の画素値とは異なる値に変更するので、3次元画像の注目する部位が画素値の近似した他の部位に邪魔されずに判別でき、被検体の半透明立体画像を明瞭に表示することができる。

【0077】また、請求項2記載の本発明によれば、選択した画素に対して所定の画素値差以内で連結する領域を選択領域とし、この選択領域の画素値を本来の値から他の領域の画素値とは異なる値に変更するので、1つの画素を選択すると、この選択した画素に対して所定の画

素値差以内で連結する領域が自動的に選択領域として選択され、この選択領域の画素値を変更することにより、選択領域に任意の透明度を設定し、所望の部分を明瞭に表示することができる。

【0078】更に、請求項3記載の本発明によれば、被検体の周囲の画像も断面画像として含むため、操作者は画像上の領域をポインタ等で選択する必要がなく、例えば画面の隅を含む領域を自動的に選択することができる。

10 【0079】請求項4記載の本発明によれば、面積の大きさに基づいて選択領域を選択し、この選択領域に対して画素値の変更を行うので、ポインタ等で選択領域を指定する代わりに面積の大きさにより選択領域を指定でき、例えばある面積よりも大きな領域のみまたは小さな領域のみを自在に選択することができ、使い勝手を向上することができる。

20 【0080】また、請求項5記載の本発明によれば、選択領域を構成する各画素に対する膨張および/または縮小の処理を行った上で画素値の変更を行うので、操作者が縮小画素数、拡大画素数およびその順番を入力することにより、部位の境界部の透明度の設定が可能になるとともに、入り江状の部分の切り離しや微小部分の領域への包含等の処理が可能になる。

30 【0081】更に、請求項6記載の本発明によれば、いずれかの断面画像について選択領域が選択されたときには、他の断面画像についても当該選択領域と同じ領域に対し画素値の変更を行うので、いずれかの断面画像に対して行われた領域選択および画素値変更を他の断面画像にも同様に行うことができ、処理の効率化を図ることができる。

40 【0082】請求項7記載の本発明によれば、いずれかの断面画像について選択領域が選択されたときには、他の断面画像についても連結した領域に対し画素値の変更を行うので、いずれかの断面画像に対して行われた領域選択および画素値変更を該断面画像に連結した他の断面画像にも同様に行うことができ、処理の効率化を図ることができる。

50 【0083】また、請求項8記載の本発明によれば、放射線の照射・透過時に被検体を流体で囲繞するので、被検体の周囲と内部の空洞の画素値を異なる値に設定でき、流体の画素値に例えば透明度100を設定することにより3次元表示において注目する部位の邪魔になる周囲を透明にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係わる3次元画像表示装置を適用したCTの構成を示すブロック図である。

【図2】第1の実施の形態の3次元画像表示装置におけるCT値加工処理のメニュー画面を示す図である。

【図3】第1の実施の形態の3次元画像表示装置におけ

る3次元表示メニュー画面を示す図である。

【図4】第1の実施の形態の3次元画像表示装置における3次元表示の第一の作用例を示す図である。

【図5】第1の実施の形態の3次元画像表示装置における3次元表示の第二の作用例を示す図である。

【図6】第1の実施の形態の3次元画像表示装置における3次元表示の第三の作用例を示す図である。

【図7】第1の実施の形態の3次元画像表示装置における領域加工を示す説明図である。

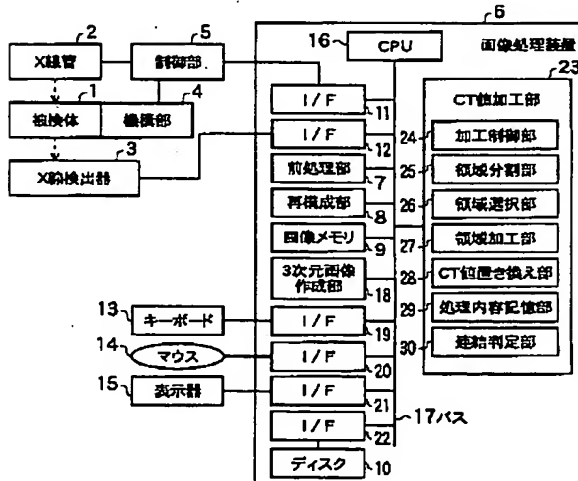
【図8】第1の実施の形態の3次元画像表示装置における領域加工を示す説明図である。

【図9】本発明の第3の実施の形態に係わる3次元画像表示装置を適用したCTの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

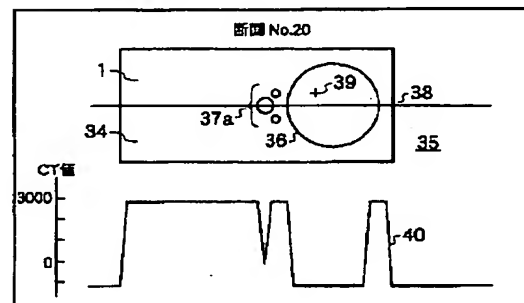
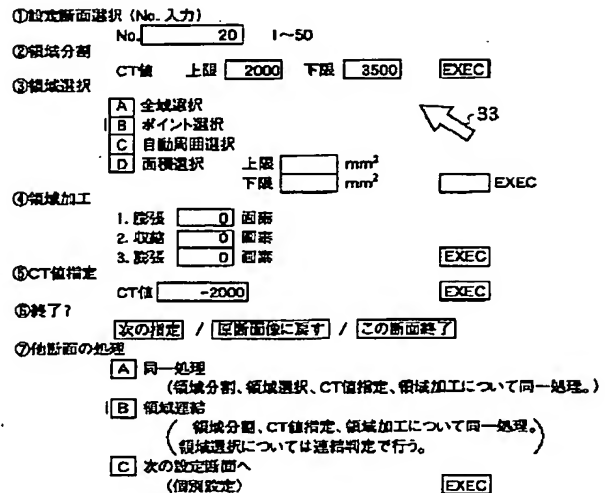
- 1 被検体
2 X線管

【図1】



- 3 X線検出器
4 機構部
5 制御部
6 画像処理装置
8 再構成部
9 画像メモリ
16 CPU
18 3次元画像作成部
23 CT値加工部
24 加工制御部
25 領域分割部
26 領域選択部
27 領域加工部
28 CT値置き換え部
29 処理内容記憶部
30 連結判定部

【図2】



【図3】

①部位分割 (名称、数値入力)

名称	CT値範囲	透明度
A 空気	-1200 ~ -500	100
B アルミ	2000 ~ 3500	80
C 空洞	-2000 ~ -2001	10
D		
E		

②光源

光源1 位置 明るさ

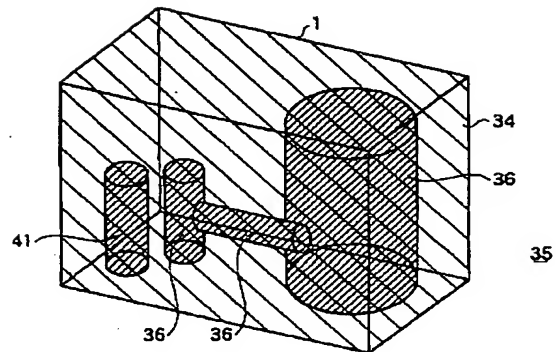
光源2

光源3

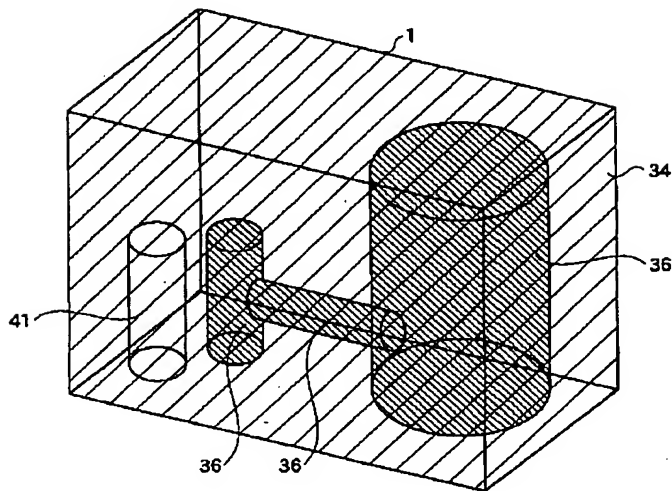
光源4

EXEC

【図5】

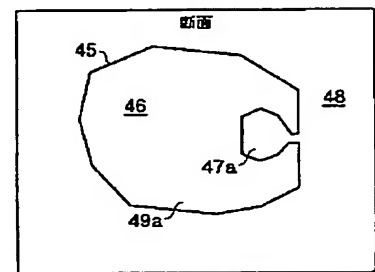


【図4】



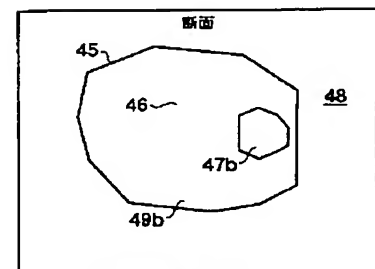
【図7】

(a)



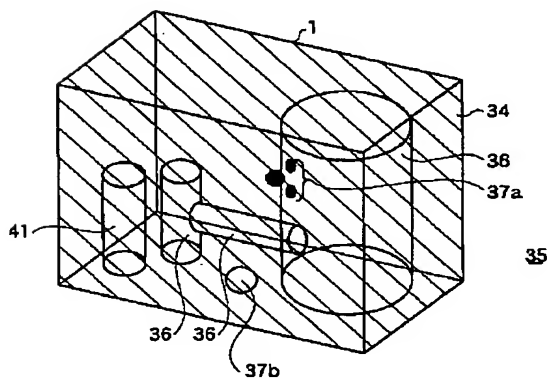
領域加工前の選択領域

(b)

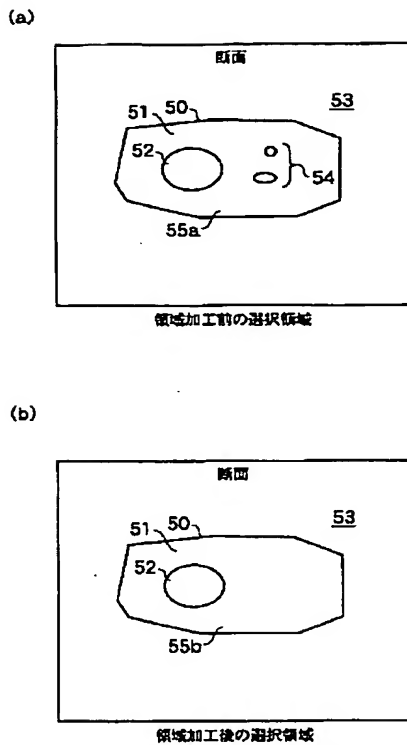


領域加工後の選択領域

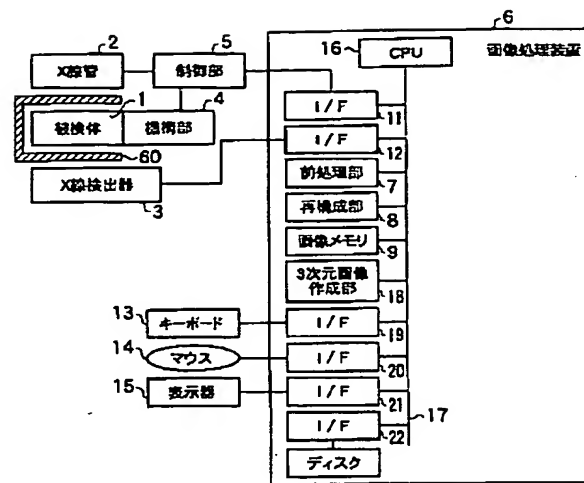
【図6】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

G 0 6 T 1/00

識別記号

F I

G 0 6 F 15/66

B

(72)発明者 岩澤 純一

東京都府中市晴見町 2 丁目 24 番地の 1 東
芝エフエーシステムエンジニアリング株式
会社内

(72)発明者 糸山 重之

東京都府中市晴見町 2 丁目 24 番地の 1 東
芝エフエーシステムエンジニアリング株式
会社内

(72)発明者 西出 明彦

東京都府中市晴見町 2 丁目 24 番地の 1 東
芝エフエーシステムエンジニアリング株式
会社内

(72)発明者 宇山 喜一郎

東京都府中市晴見町 2 丁目 24 番地の 1 東
芝エフエーシステムエンジニアリング株式
会社内